

## PISTON FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**Publication number:** JP2003013800

**Publication date:** 2003-01-15

**Inventor:** UKITA KAZUHIKO

**Applicant:** TOYOTA IND CORP

**Classification:**

- international: **F02F3/00; F02F3/22; F16J1/08; F16J1/16; F02F3/00; F02F3/16; F16J1/00; F16J1/10; (IPC1-7): F02F3/00; F02F3/22; F16J1/08; F16J1/16**

- european:

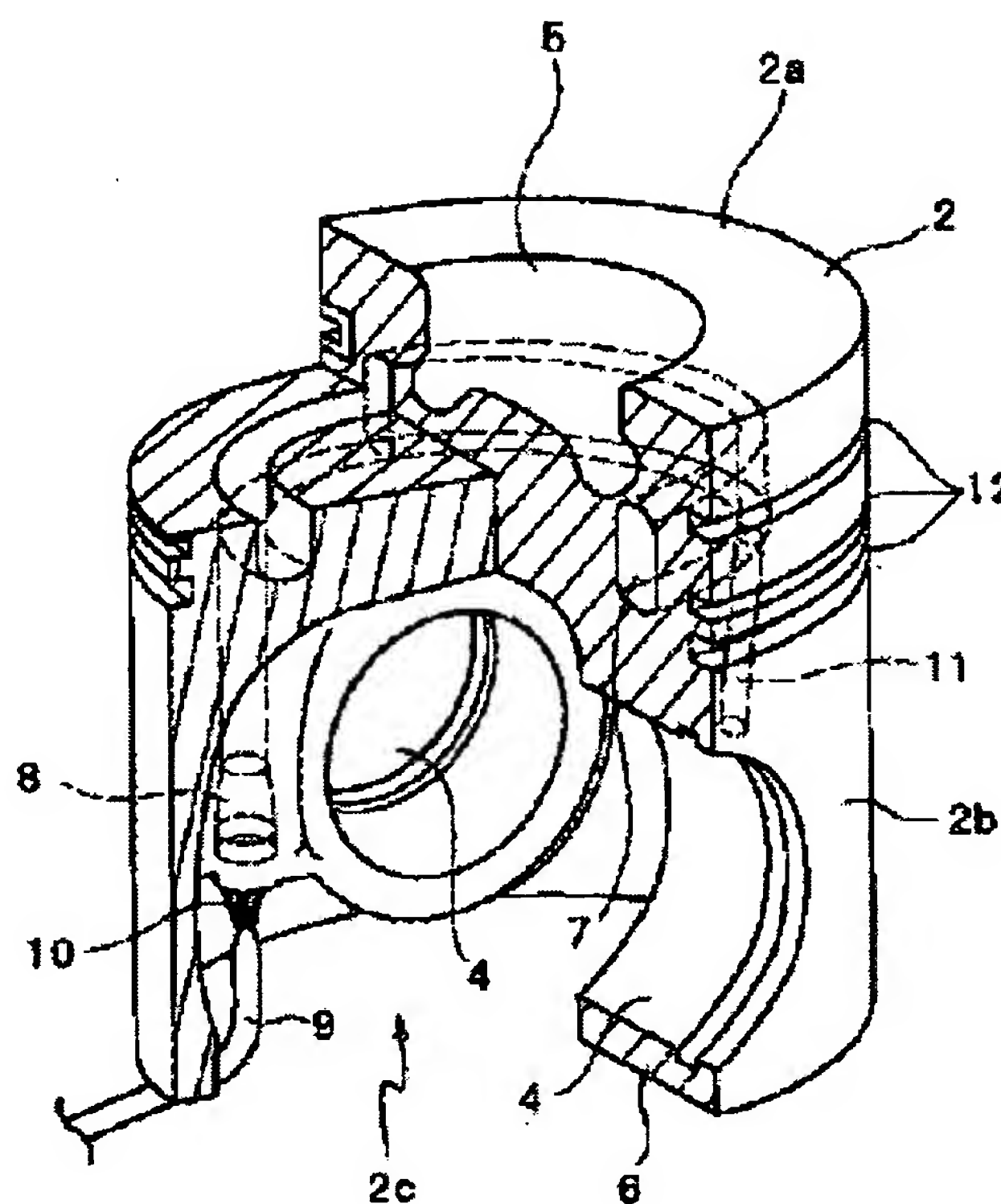
**Application number:** JP20010196014 20010628

**Priority number(s):** JP20010196014 20010628

Report a data error here

### Abstract of JP2003013800

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a piston for an internal combustion engine capable of avoiding nonconformity of a pin hole inner peripheral end part such as a crack by applying conical machining, realizing efficient cooling of the piston by drilling a cooling channel and not causing lowering of structural strength. **SOLUTION:** This piston for the internal combustion engine to reciprocate in a cylinder of the internal combustion engine is furnished with a pin 3 to axially support a connecting rod free to oscillate, a pin hole 4 provided on a pin boss 6 of the piston to support the pin 3 and the cooling channel 7 drilled in a ring on the inside of the piston to circulate a coolant to cool the piston. The conical machining 13 is applied on a part of an inner peripheral surface 4a of the pin hole 4, and a relative clearance 14 is formed at least on one of an outer periphery of the pin 3 and an inner periphery of the pin hole 4 on a part adjacent to the cooling channel 7 on a boundary surface of the pin 3 and the pin hole 4.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
F 0 2 F	3/00	F 0 2 F	Z 3 J 0 4 4
	3/22		A
F 1 6 J	1/08	F 1 6 J	
	1/16		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

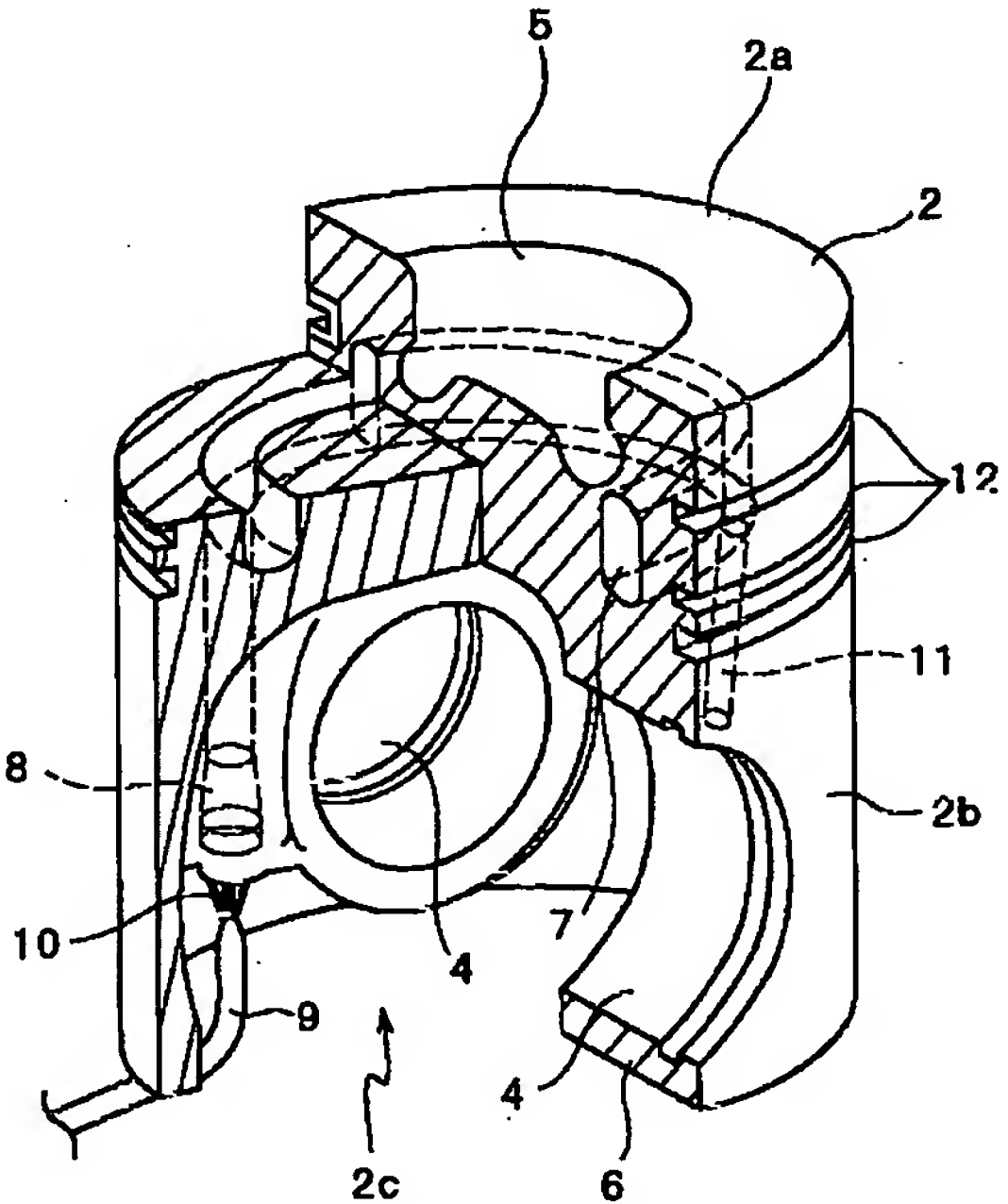
(21)出願番号	特願2001-196014(P2001-196014)	(71)出願人	000003218 株式会社豊田自動織機 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(22)出願日	平成13年6月28日(2001. 6. 28)	(72)発明者	浮田 和彦 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会 社豊田自動織機製作所内
		(74)代理人	100089196 弁理士 梶 良之 (外1名) Fターム(参考) 3J044 AA04 AA08 AA12 CA25 CA27 CA32 DA09

(54)【発明の名称】 内燃機関用ピストン

(57)【要約】

【課題】 コニカル加工を付与することによって亀裂等ピン孔内周端部の不具合を回避し、且つ、クーリングチャネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現しつつ、更に、構造的な強度低下を招くことがない内燃機関用ピストンを提供する。

【解決手段】 内燃機関のシリンダ内を往復運動するピストンであって、コネティングロッドを揺動自在に軸支するピン3と、ピン3を支持するピストンのピンボス6に設けられるピン孔4と、ピストンを冷却する冷媒を循環させるようにピストン内部に環状に穿設されるクーリングチャネル7と、を備えた内燃機関用ピストンにおいて、ピン孔4の内周面4 aの一部には、コニカル加工1 3が施されており、更に、ピン3とピン孔4の境界面のクーリングチャネル7に近接する部分に、相対的な隙間1 4が、ピン3の外周またはピン孔4の内周の少なくとも一方に形成されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のシリンダ内を往復運動するピストンであって、コネティングロッドを軸支するピンと、該ピンを支持する前記ピストンのピンボスに設けられるピン孔と、前記ピストンを冷却する冷媒を循環させるように前記ピストン内部に環状に穿設されるクーリングチャンネルと、を備えた内燃機関用ピストンにおいて、前記ピン孔の内周面の一部には、コニカル加工が施されており、更に、前記ピンとピン孔の境界面の前記クーリングチャンネルに近接する部分に、相対的な隙間が、前記ピンの外周または前記ピン孔の内周の少なくとも一方に形成されていることを特徴とする内燃機関用ピストン。

【請求項2】 前記相対的な隙間は、前記ピンまたは前記ピン孔のほぼ端部に形成されている請求項1に記載の内燃機関用ピストン。

【請求項3】 前記相対的な隙間は、前記ピンボスにおいて、前記クーリングチャンネル近傍に発生する応力を低下させる程度に設けられている請求項1または2に記載の内燃機関用ピストン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関用ピストンに関し、特にピストン冷却用のクーリングチャンネルを有する内燃機関用ピストンに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、ディーゼルエンジン等の内燃機関においては、図5に示すように、シリンダ101に收容されたピストン102が、ピン103を介しコネティングロッド104と連結されており、ピン103は、ピストン102のピンボス102aに設けられるピン孔とコネティングロッド104の小端部104aに設けられる嵌合孔に対して嵌挿されることで、コネティングロッド104が揺動自在に軸支されている。そして、コネティングロッド104の大端部104bがクランクピン105を介しクランクシャフト106と連結されており、シリンダ101内の爆発力によって生ずるピストン102の往復運動が、コネティングロッド104を介してクランクシャフト106の回転運動へと変換される。

【0003】そして、上記の内燃機関用ピストンにおいては、図示しないが、冷却のためにピストン102上側の内部に冷媒となるオイルを循環させるように環状にクーリングチャンネルを穿設することがよく行われる。これは、ピストン内部を通過するように設けられるオイルの流路であり、ピストン102の下側から噴射したオイルが前記流路へと誘導され熱交換した後、ピストン外部へと排出されるものである。

【0004】また、内燃機関用ピストンにおいては、ピストン102のピンボス102aに設けられるピン孔の内周端部に所定の傾斜角度をもった円錐面として形成す

るコニカル加工を付与することもよく行われる。これは、ピストン102上部に爆発力が加わったときに、コネティングロッド104からの反力によりピン103が撓み、その両端支持部において瞬間的に強く衝撃し、ピン孔の内周端部に作用する応力が高くなって亀裂が発生する等の不具合を防止するものである。このようなコニカル加工を付与したピストンについては、例えば、実開昭60-116462号公報や特開平11-303993号公報などに開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、コニカル加工を多く付与するほど、ピストンのピン孔の内周端部における応力上昇を低減できるが、逆に端部以外の内周面沿いに高い応力が発生することになる。そして、前述したクーリングチャンネルを有するピストンにおいては、該クーリングチャンネルは、ピストンの冷却を効率よく行うため、前記内周端部の近傍でなくピストン内部の中心付近に配設されるように穿設されることが一般的だが、この場合、このクーリングチャンネル近傍に高い応力が発生することになる。すなわち、ピストン内部は、クーリングチャンネルを設けることによって材料厚みが減少しているため、該クーリングチャンネルの周囲近傍に応力集中が発生してしまうことになる。そのため、高サイクルの繰り返し応力が発生するピストンにおいては、クーリングチャンネル近傍からピストンが損傷しやすくなってしまふ。つまり、コニカル加工を付与することによってピン孔内周端部の不具合を回避し、且つ、クーリングチャンネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現するためには、構造的な強度低下を招くことが避け難いという問題が生じることになる。

【0006】本発明は、上記実情に鑑みることにより、コニカル加工を付与することによってピン孔内周端部の不具合を回避し、且つ、クーリングチャンネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現しつつ、更に、構造的な強度低下を招くことがない内燃機関用ピストンを提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する請求項1に記載の内燃機関用ピストンは、内燃機関のシリンダ内を往復運動するピストンであって、コネティングロッドを軸支するピンと、該ピンを支持する前記ピストンのピンボスに設けられるピン孔と、前記ピストンを冷却する冷媒を循環させるように前記ピストン内部に環状に穿設されるクーリングチャンネルと、を備えた内燃機関用ピストンにおいて、前記ピン孔の内周面の一部には、コニカル加工が施されており、更に、前記ピンとピン孔の境界面の前記クーリングチャンネルに近接する部分に、相対的な隙間が、前記ピンの外周または前記ピン孔の内周の少なくとも一方に形成されていることを特徴とする。ここで、ピンとピン孔の境界面とは、隣接するピンの外



周とピン孔の内周までを含むものであり、クーリングチャンネルに近接するとは、ほぼクーリングチャンネルの真下、又は、最も接近する部分に形成されていることが望ましいことを意図するものである。そして、相対的な隙間とは、ピンとピン孔の境界面の軸方向に所定の幅を有しており、且つ、円周方向にも所要の長さを有した例えば帯状であって、ピンの外周またはピン孔の内周の少なくとも一方に形成されていることを指すものである。なお、ここでいう隙間とは、ピンの外周とピン孔の内周が接することなく完全に非接触状態になるのではなく、ピンとピンボス間に外力が作用したときに、ピンの外周とピンの内周が接触可能な程度に形成されていることが望ましい。

【0008】上述の構成によると、ピンとピン孔の境界面のクーリングチャンネルに近接する部分に相対的な隙間が形成されていることにより、クーリングチャンネル近傍に発生する応力を低下させることができる。すなわち、クーリングチャンネル周囲への応力集中を緩和し、ピンボス内部においてより構造的に安定しており高い強度を有した部分に応力が加わるようにすることができ、クーリングチャンネルの近傍から損傷が生じることを防止できる。したがって、コニカル加工を付与することによってピン孔内周端部の不具合を回避し、且つ、クーリングチャンネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現しつつ、更に、構造的な強度低下を招くことがない内燃機関用ピストンを得ることができる。

【0009】請求項2に記載の内燃機関用ピストンは、請求項1において、前記相対的な隙間は、前記ピンまたは前記ピン孔のほぼ端部に形成されていることを特徴とする。

【0010】この構成によると、前記隙間が端部に位置するため、加工を行うための器具等に大きな制約を受けることなく、容易に外部から隙間を形成することができる。すなわち、コニカル加工を付与することによってピン孔内周端部の不具合を回避し、且つ、クーリングチャンネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現しつつ、更に、構造的な強度低下を招くことがない内燃機関用ピストンを簡易に得ることができる。

【0011】請求項3に記載の内燃機関用ピストンは、請求項1または2において、前記相対的な隙間は、前記ピンボスにおいて、前記クーリングチャンネル近傍に発生する応力を低下させる程度に設けられていることを特徴とする。

【0012】この構成によると、コニカル加工を付与することによってピン孔内周端部の不具合を回避し、且つ、クーリングチャンネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現しつつ、更に、構造的な強度低下を招くことがない内燃機関用ピストンを得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図1は、本実施形態例に係る内燃機関用ピストン1におけるピストン本体2の部分的に断面を示した斜視図である。そして、図2はピストン本体2のピン孔4の軸方向断面を、図3はピストン本体2およびピン3を合わせて示したピストン1の軸方向断面である。

【0014】本実施形態例に係る内燃機関用ピストン1は、とくに、ディーゼルエンジンのシリンダ内を往復するピストンとして用いられる場合について示すものであるが、本発明は、必ずしもディーゼルエンジン用に限定されるものではなく、内燃機関全般に亘って適用可能なものである。ちなみに、ディーゼルエンジンの場合、ピストンは、一般的なガソリンエンジンに比して圧縮比も高く設定され高温高圧下にさらされやすく、そのため、クーリングチャンネルが必要とされることが多い。ピストン1は、ピストン本体2とピン3とを有しており、図1において、ピストン本体2は、上端側にピストンヘッド2a、下端側に開口2cを備え、ピン孔4が設けられるピンボス6を備える側筒部2bからなる筒状に形成されている。そして、ピストン本体2には、その上側の内部にピストン1を冷却する冷媒であるオイルを循環させるように環状にクーリングチャンネル7が穿設されている。

【0015】以下、順にピストン本体2の各要部について説明する。まず、ピストンヘッド2aは、平面に形成されており、その中心部には、燃焼室5が前記平面に対して窪むように形成されている。ディーゼルエンジンの場合、この構成によって、高い圧縮比を実現しているものである。この燃焼室5は、内側において盛り上がり、外周側において窪むように設けられている。開口2cは、図1および図2によく示されるように、ピストン本体2の内部に空洞を形成するように設けられており、更に、図3に図示するように、2点鎖線で示すコネクティングロッド104が挿入される空間を形成している。

【0016】図1、2において、側筒部2bは、図示しないシリンダの内壁と摺動する外周面を形成するものであり、上部側の外周面には複数の環状のリング溝12が設けられている。このリング溝12は、図示しないピストンリングが装着されることで、燃焼室5における気密性を保ちつつシリンダ内を摺動可能にするものである。そして、この側筒部2bの下部側は、スカート状に下方に延びており、ピン3を支持するためのピン孔4を有するピンボス6を構成している。このピン孔4は、ピン3によって挿通されるように2箇所直列に設けられている。

【0017】このピン孔4の軸方向断面が、図2に示されている。図2においては、中心線（1点鎖線）に対して線対称であるため、片側のみ示す。この円筒形状に設けられるピン孔4の内周面4aの一部、内側端部の部分には、微小の傾斜角度（図中に $\alpha$ で示す）をもった円錐

面として形成するコニカル加工が施されている（以下、「コニカル加工部13」という）。これは、従来の技術の記載においても述べたようにピン孔4の内側端部への応力集中を防止し、亀裂が発生する等の不具合を防ぐために設けられているものである。なおコニカル加工部13の形態としては、必ずしも図示のようにテーパ状でなくともよく、曲率を有するようのものや、2段階のテーパ状になるものなど種々の形態からなるものであってもよい。また、内側の端部のみでなく、外側の端部に設けられるものであってもよい。

【0018】そして、ピン孔4の内周面4aにおいて、後述するようにピストン本体2の内部に設けられるクーリングチャネル7に近接する部分には、略帯状の相対的な隙間14が形成されている。この隙間14は、内周面4aにて、ほぼクーリングチャネル7の真下に位置するものであり、最も接近する部分に形成されている。そして、隙間14は、ピン孔4の軸方向に対して、ほぼクーリングチャネル7の径に相応する幅を有しており、内周面4aの円周方向に周回するように形成されている。この隙間の深さとしては、5～10 $\mu$ m程度の溝として設けられることが望ましい。これにより、ピン3の外周とピン孔4の内周面4aが接することなく完全に非接触状態になるのではなく、ピン3とピンボス6間に外力が作用したときに、ピン3の外周とピン孔4の内周面4aが接触可能な程度にすることができる。なお、この隙間14の深さについては、上記のような接触状態を実現するためには、必ずしも5～10 $\mu$ mが常に適切な値であるわけではなく、ピストン1が適用される条件等に応じて適切に設定する必要がある。ちなみに、コニカル加工部13と隙間14に挟まれるように位置する部分の内周面4aは、ピン3の外周と密に接する円周状態のままに保たれている。また、隙間14の配設位置については、ピン孔4の外側のほぼ端部に形成されるよう構成されることが望ましい。これにより、加工を行うための器具等に大きな制約を受けることなく、容易に外部から隙間14を形成することができる。

【0019】また、内周面4aには、隙間14の外側に隣接するように円周溝15が設けられている。この円周溝15には、ピン孔4に嵌挿されるピン3の端面に当接し、ピン3の脱落を防止するスナップリング16が嵌め込まれるものである。スナップリング16が円周溝15に嵌め込まれ、ピン3の位置を固定している様子が、図3に示されている。図3に示すスナップリング16は、一部円周が欠落した略C字型のリングであり、一旦撓ませた後、円周溝15に嵌め込まれるものである。なお、ピン3の位置固定が可能であれば、必ずしもスナップリングでなく、例えばディスク形式のストッパ等であってもよい。

【0020】次に、ピストン本体2の内部に設けられるクーリングチャネル7について説明する。クーリングチ

ャネル7は、ピストン本体2の冷却を効率よく行うため、前記内側端部の近傍でなくピストン本体2の内部の中心付近に配設されるように穿設される。図1に示すように、燃焼室5の周囲を取り囲むように環状に設けられ、ピンボス6の上側部分に位置している。そして、クーリングチャネル7の断面は、長孔状に設けられている（図1および図2参照）。この長孔状断面の環状部分が、冷媒となるオイルの流路となる。このクーリングチャネル7は、その円周方向の1箇所において、下向きに開口させたオイル入口8と連通しており、このオイル入口8に対し、シリンダ1の下部に装備したオイル噴射ノズル9からオイル10を上向きに噴射し、このオイル10をクーリングチャネル7内に注入して行き直らせ、ピストン1の上下動による慣性力でシェーキングして効率よく熱交換させ、この熱交換によりピストン本体2から熱を奪って昇温したオイル10をクーリングチャネル7の円周方向の1箇所において下向きに開口させたオイル出口11より流下させて回収する。

【0021】最後に、ピン孔4に嵌挿され、コネクティングロッドを揺動自在に軸支するピン3について説明する。図3に、ピン孔4に嵌挿された状態にあるピン3の断面を示す。なお、図3においては、コネクティングロッド104がピン3によって軸支される様子も表している。ピン3は、コネクティングロッド104の端部に設けられた嵌合孔（図示せず）を貫通し、両端をピンボス6で支持されるようにピン孔4に嵌挿される。そして、ピン3の両端部においては、ピン3を嵌挿後に円周溝15に嵌め込まれるスナップリング16によって位置決めされる。ピン3は、軽量化のため、中空円筒として形成されている。

【0022】以上の構成の内燃機関用ピストン1において、内燃機関作動時にピストンヘッド2aに爆発力が作用すると、ピストン1は、図示しないシリンダ内を下方に付勢され、この爆発力は、ピン3を介してコネクティングロッド104に伝達され、クランクシャフトの回転力へと変換される。ここで、上記のように内燃機関が作動してピストンヘッド2aに爆発力が作用した場合における力の関係に注目し、図3をもとに説明する。図中矢印で示す爆発力F1が作用すると、ピンボス6を介してピン3に爆発力F1が印加される。このとき、ピンボス6は、爆発力F1の略半分の印加力F2にてそれぞれピン3の両端部を上側から押圧する。また、ピン3の中央部は、コネクティングロッド104からの反力F3が上方向に向け作用する。

【0023】上記のように力が作用することにより、ピン3は中心部にて上に凸となる方向に撓むよう変形することになる。このため、ピン孔4の内側の端部に、それぞれ印加力F2が集中して作用しやすくなり、つまり、この内側端部の上側部分に応力集中が生じることになる。しかし、前述のコニカル加工部13が付与されてい



ると、この内側端部における印加力F2の集中が緩和され、内側端部以外の部分の内周面4aに印加力F2が集中的に作用することになる。この場合、従来の技術においては、コニカル加工を多く付与するほど、ピストンのピン孔の内側端部における応力上昇を低減できるが、逆に端部以外の内周面4a沿いに高い応力が発生することになってしまい、クーリングチャネル7近傍にも高い応力が生じることになる。そして、ピストン本体2の内部は、クーリングチャネル7を設けることによって材料厚みが減少しているため、特にクーリングチャネル7の周囲近傍に応力集中が発生してしまうことになる。

【0024】しかし、本実施形態例においては、内周面4aのクーリングチャネル7に近接する部分に略帯状の隙間14が形成されている。この隙間14は、ピン3の外周とピン孔4の内周面4aとを完全に非接触状態とするものではなく、外力作用下では接触可能に設けられているものである。そうすると、内側端部以外の内周面4aに作用する接触圧力分布が、隙間4aが形成されていない場合とは異なり、クーリングチャネル7近傍に位置する内周面4aすなわち隙間14における接触圧力が低下し、コニカル加工部13と隙間14の間に位置する内周面4aにおける接触圧力が上昇する。つまり、クーリングチャネル7に近接する内周面4aへの印加力F2の集中を避け、コニカル加工部13と隙間14の間に位置する内周面4aに印加力F2が集中しやすくなるように内周面4aにおける圧力分布状態を変化させることができる。これによって、材料厚みが厚く構造的にも高い強度を有するクーリングチャネル7近傍以外の部分に発生する応力を増加させ、構造的に強度が低下しているクーリングチャネル7近傍への応力集中を緩和することが可能となる。したがって、高サイクルの繰り返し応力が発生するピストン1においても、クーリングチャネル7の近傍から損傷が生じることを防止できる。

【0025】以上説明したように、コニカル加工を付与することによってピンとピンボスとの固着を回避し、且つ、クーリングチャネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現しつつ、更に、構造的な強度低下を招くことがない内燃機関用ピストンを得ることができる。

【0026】以上が、本実施形態例についての説明であるが、実施の形態は上記に限定されるものではなく、例えば、次のように変更してもよい。

(1) 本実施形態例においては、ピン3とピン孔4の境界面のうち、ピン孔4の内周面4aに略帯状の隙間14が設けられている。しかし、必ずしもこの実施形態例のとおりでなく、ピン3とピン孔4の境界面のクーリングチャネルに近接する部分に、略帯状の相対的な隙間として設けられ、ピン3の外周またはピン孔4の内周の少なくとも一方に形成されているものであればよい。例えば、図4において、ピン3の軸方向断面図を示している

ように、ピン3の両端部にそれぞれ外周を削るようにして設けられる隙間17として形成されるものであっても、本実施形態例と全く同様の効果を得ることができる。そして、ピン3の端部外周へ隙間17を形成する場合、加工が容易に可能であるという利点を有している。

【0027】(2) 本実施形態例においては、略帯状の隙間の深さについて5~10 $\mu$ m程度の溝として設けられることが望ましいが、ピストンが適用される条件等に応じて適切に設定する必要がある旨言及している。これは、略帯状の隙間の形状についても同様であり、ピストンが適用される条件等に応じて、実現したい応力状態となるように、隙間の形状を選択することが好ましい。すなわち、均一な深さを有した平坦な形状の隙間に限定されことなく、例えば、テーパを有するように形成されていたり、曲率を有するように形成されているものであってもよい。また、段階的に複数の平坦部やテーパ部をもつものであってもよい。

【0028】(3) 本実施形態例においては、略帯状の隙間14は、ピン孔4の内周面4aの全周に亘って形成されている例を示している。しかし、必ずしも、全周に亘って隙間14が付与されている必要はなく、例えば、クーリングチャネル7に近接する部分である上側のみに形成されているものであってもよい。なお、これは、図4の実施形態例に示すようにピン3の外周に形成する隙間17の場合であっても同様である。

【0029】

【発明の効果】請求項1~3の発明によると、ピンとピン孔の境界面のクーリングチャネルに近接する部分に相対的な隙間が形成されていることにより、クーリングチャネル近傍に発生する応力を低下させることができる。すなわち、クーリングチャネル周囲への応力集中を緩和し、ピンボス内部においてより構造的に安定しており高い強度を有した部分に応力が加わるようにすることができ、クーリングチャネルの近傍から損傷が生じることを防止できる。したがって、コニカル加工を付与することによってピン孔内周端部の亀裂等の不具合を回避し、且つ、クーリングチャネルを穿設することによって効率よいピストンの冷却を実現しつつ、更に、構造的な強度低下を招くことがない内燃機関用ピストンを得ることができる。

【0030】また、請求項2によると、相対的な隙間が端部に位置するため、加工を行うための器具等に大きな制約を受けることなく、容易に外部から隙間を形成することができる。すなわち、請求項1に記載の内燃機関用ピストンを簡易に得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る内燃機関用ピストンにおけるピストン本体の部分的な断面を含む斜視図である。

【図2】本発明に係る内燃機関用ピストンにおけるピス

トン本体のピン孔の軸方向断面を示した図である。

【図3】ピストン本体およびピンを合わせて示した本発明に係る内燃機関用ピストンの軸方向断面図である。

【図4】本発明に係る内燃機関用ピストンにおけるピンの軸方向断面を示した図である。

【図5】内燃機関におけるピストンの作動を説明する図である。

【符号の説明】

1 内燃機関用ピストン

2 ピストン本体

3 ピン

4 ピン孔

4a 内周面

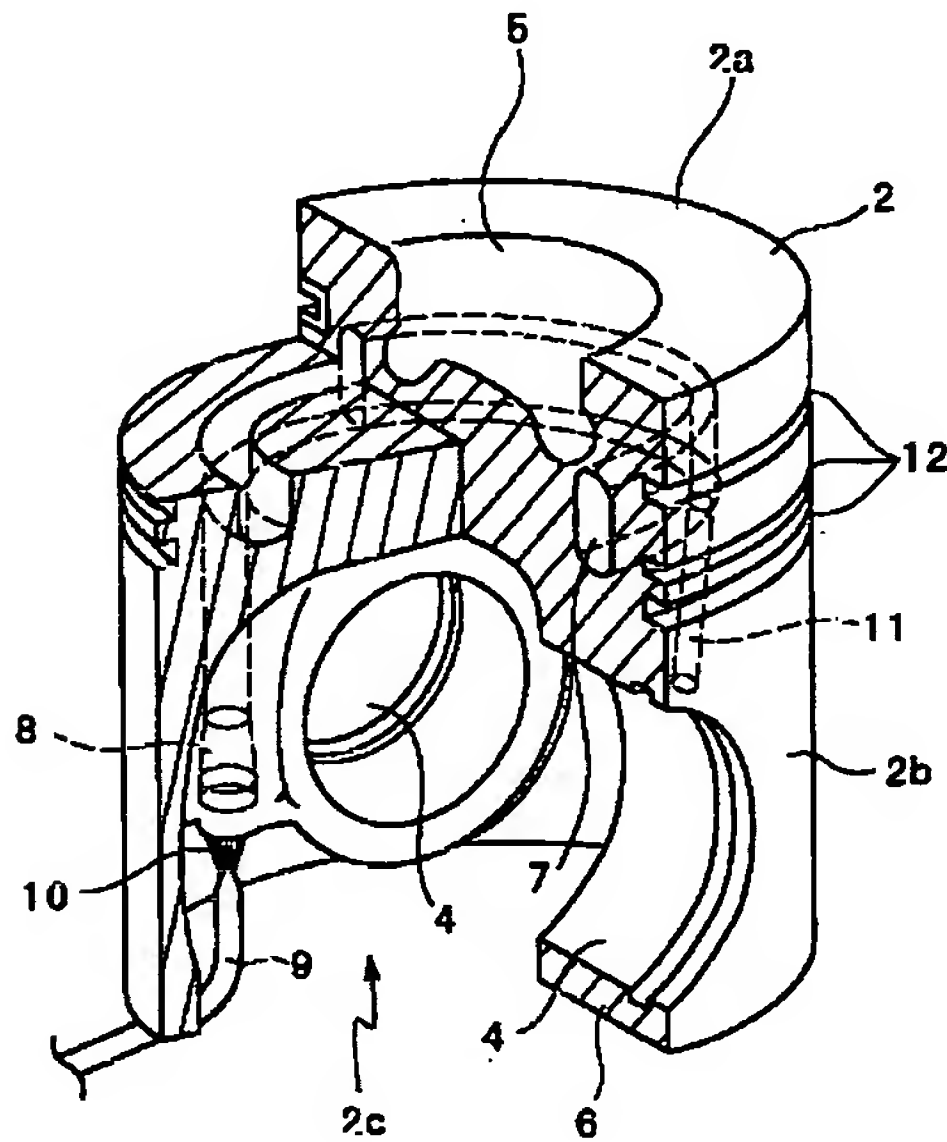
6 ピンボス

7 クーリングチャンネル

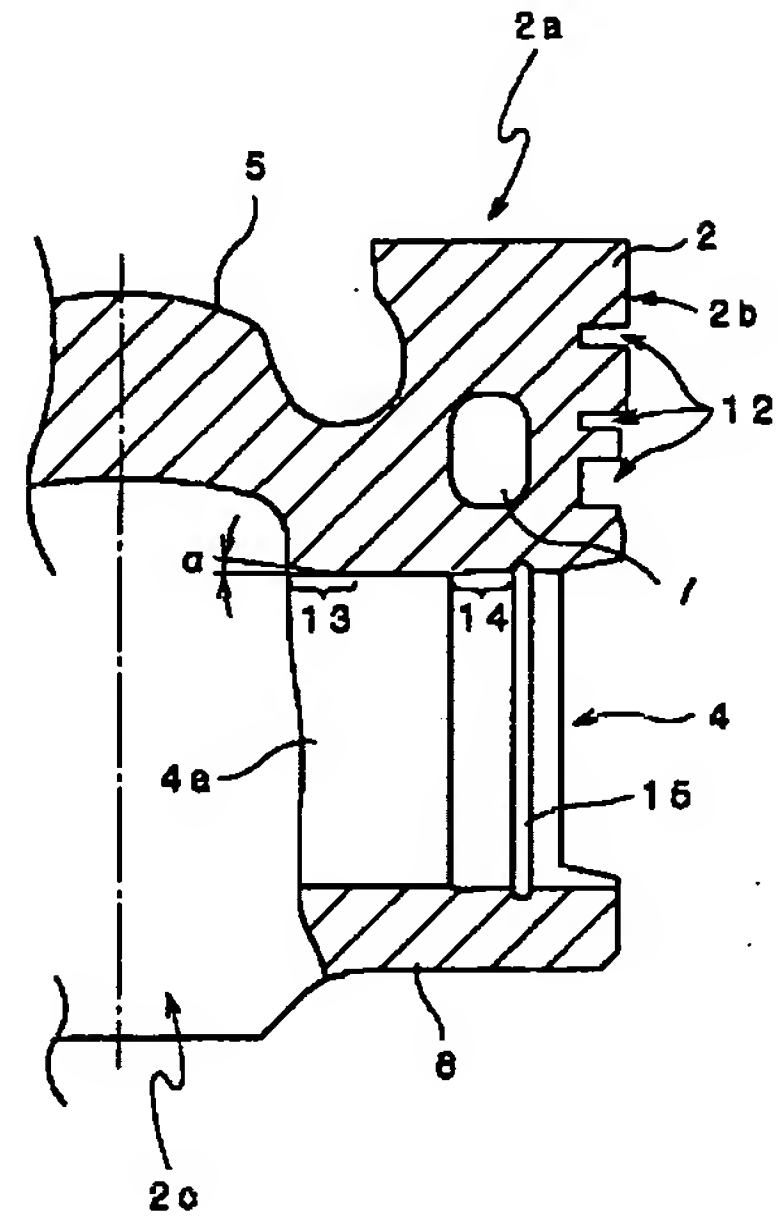
13 コニカル加工部

14 隙間

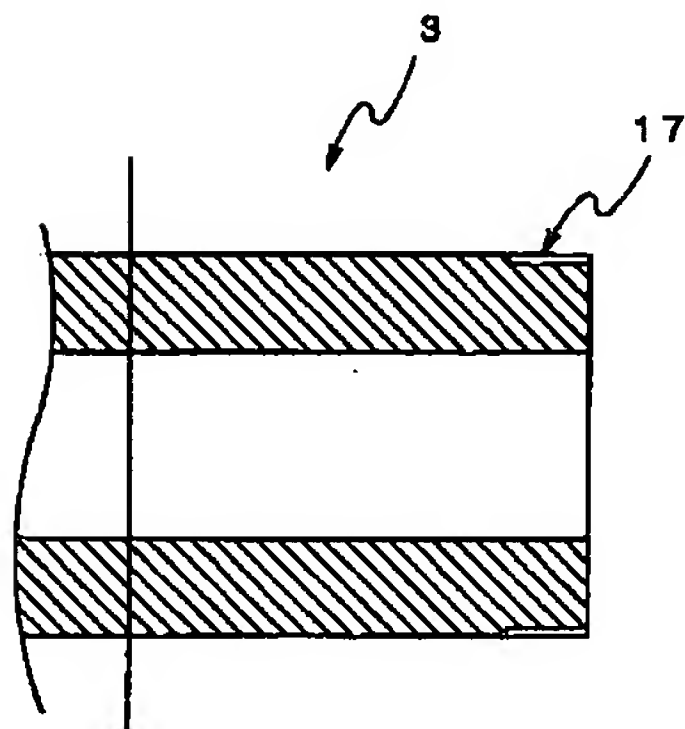
【図1】



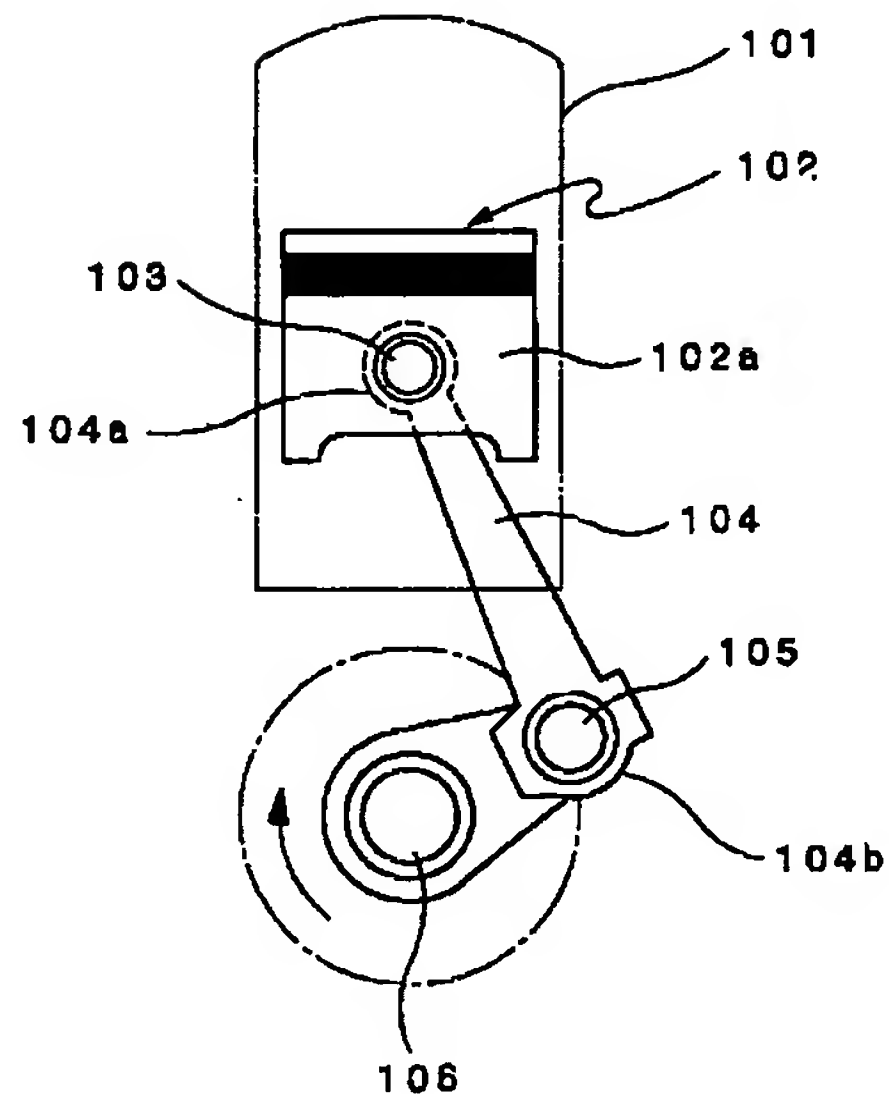
【図2】



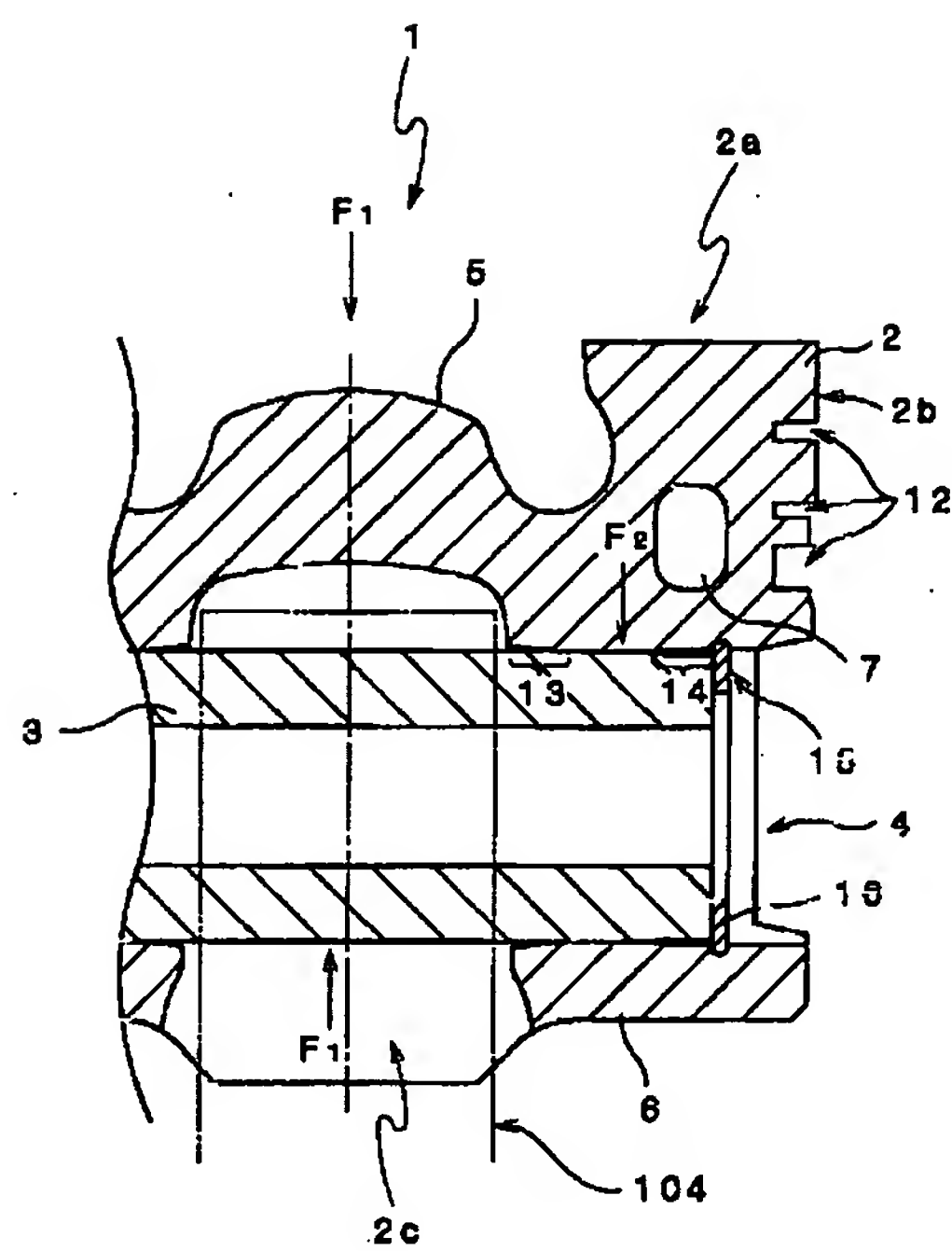
【図4】



【図5】



【図3】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**